株式会社 エム・システム技研

テレメータ		
取扱説明書	無線データ通信モデム	形 式 RMD

目　次

1、概　要 ・・・

4、使用方法 ····· 21
4、1　機能の設定方法 ····· 21
(1)ディップスイッチの設定 ····· 21
(2)ロータリスイッチの設定 ····· 23
(3)メモリレジスタの設定 ····· 23
(4)メモリレジスタの初期化 ····· 25
4、2　通信方法 ····· 26
(1)1:1 で通信する(通信モード 1) ····· 26

5、資　料 ····· 27
5、1　RS-232-C インタフェース ····· 27
(1)ピン配列 ····· 27
(2)オプションケーブルの結線 ····· 27
(3)クロスケーブルの結線 ····· 28
5、2　表示ランプ ····· 29
(1)各 LED の動作 ····· 29
5、3　Q & A ····· 30
5、4　故障かなと思ったら ····· 31
5、5　製品仕様 ····· 32
(1)無線部仕様 ····· 32
(2)通信制御 ····· 32
(3)外部インターフェース ····· 32
(4)電源 ····· 32
(5)環境特性 ····· 33
(6)その他 ····· 33
(7)アンテナの利得 ····· 33
5、6　外観寸法図(単位: mm) ····· 34
(1)本体寸法 ····· 34
(2)屋内用／屋外用つば付アンテナ寸法 (形式コード　A1、A4) ····· 35
(3)屋内用／屋外用つば付アンテナ取付金具寸法 (形式コード　A1、A4) ····· 35
(4)ダイバシティ平面アンテナ寸法 (形式コード　A3) ····· 36
(5)コリニアアンテナ寸法 (形式コード　A5) ····· 36
(6)コリニアアンテナケーブル (コリニアアンテナ付属品)寸法　(形式コード　A5) ····· 37
(7)アンテナ延長ケーブル (2m)寸法　(形式コード　C1) ····· 37
(8)アンテナ延長ケーブル (5m)寸法　(形式コード　C2) ····· 37

1、概　要

1、1　特　長

●無線局の免許や資格・申請が不要

●サービスエリア
屋内環境　半径 約　240 m （設置環境により異なる）
屋外環境　　約 1200 m （見通し距離）

●ターミナルとの通信は調歩同期方式で最大 38.4 kbps の伝送速度をサポート

●スペクトル拡散(DS／FH ハイブリッド)通信方式
ARIB　STD － 33 に準拠した 2.4 GHz 帯のスペクトル拡散通信方式
直接拡散(DS)方式と周波数ホッピング(FH)方式を組合わせたハイブリッド方式を採用しノイズに強いシステム

●受信ダイバシティ方式
受信ダイバシティ(アンテナ 2 本使用時)によりマルチパスフェージングに強くなり移動体通信に最適

●双方向通信方式
無線区間の伝送を時分割による半 2 重パケット通信により、無線モデムが接続されるターミナル間では全 2 重の双方向通信が可能

●同一エリア内で 10 回線の通信が可能
周波数ホッピングパタンは 10 パターン
同期ホッピング方式の採用により、周波数ホッピングパタンを変えることで同一エリア内で 10 回線の通信が可能

● RS-232-C インタフェース対応
外部インタフェースはパソコン等と直接接続できる RS-232-C を採用

●組込可能な小形サイズ
ケースサイズ　145(W) × 94(D) × 27(H) mm(突起部を除く)

●ワイドレンジな電源電圧に対応
電源は 9 ～ 31 V DC の広範囲に対応可能
また、AC アダプタも使用可能

1、2　各部の名称と機能

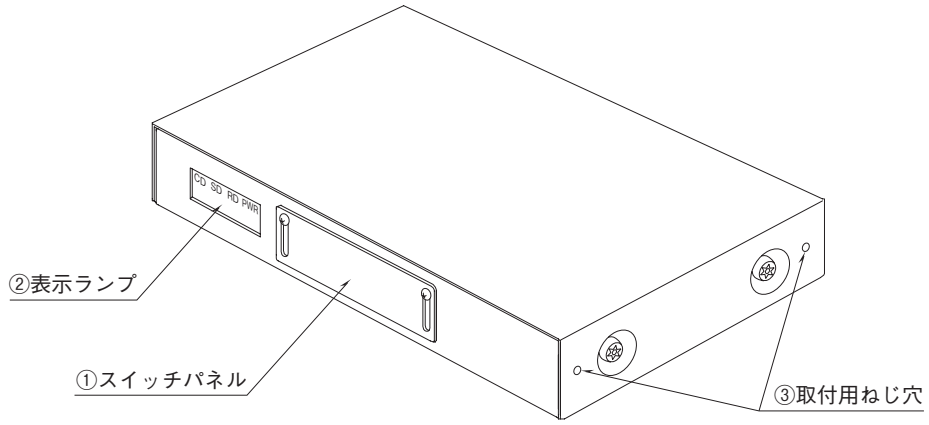


図 1-1　インジケータ側外観

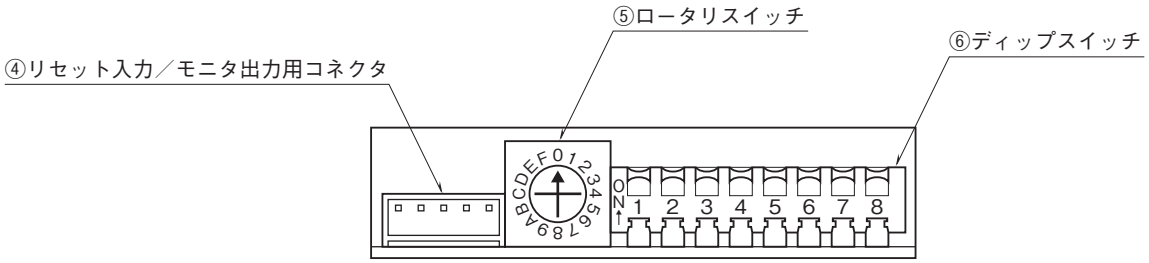


図 1-2　スイッチパネル内部

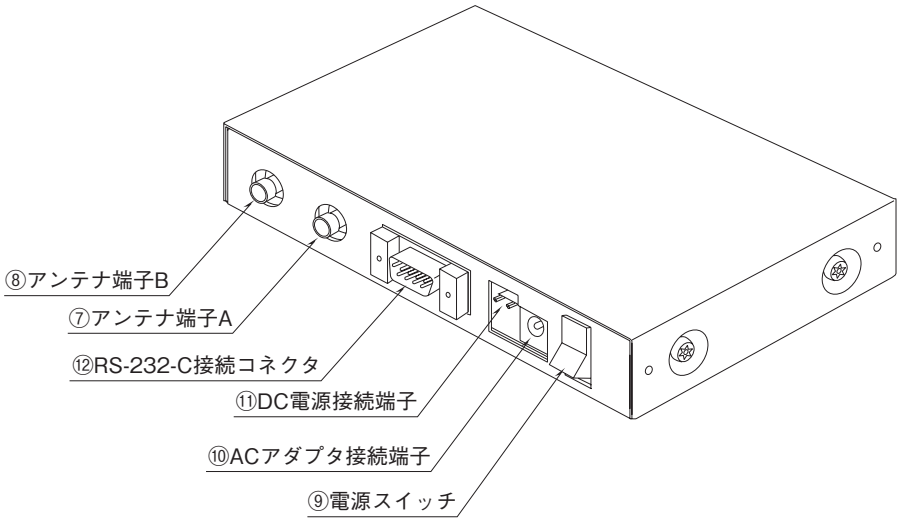


図 1-3　コネクタ側外観

①スイッチパネル
動作モードを設定するスイッチが入っています。

②表示ランプ
CO(無線回線接続)、SD(送信)、RD(受信)、PW(電源)の4つのLEDが状況に応じて赤、橙または緑に点灯または点滅します。詳細はp. 30「5、2　表示ランプ」の項を参照して下さい。

③取付用ねじ穴
本体取付用のねじ穴です。

④リセット入力／モニタ出力用コネクタ
使用しません。

⑤ロータリスイッチ
データ透過モードのスイッチ設定有効モードのときに、運用する周波数ホッピングパタンを設定します。
0～9が使用可能です。

⑥ディップスイッチ
RS-232-Cの通信パラメータや無線回線の接続モードを設定します。

⑦アンテナ端子A（送受信）
アンテナを接続します。専用アンテナを使用して下さい。
アンテナを1本で使用するときは、必ずアンテナ端子Aに接続して下さい。

⑧アンテナ端子B（受信専用）
ダイバシティ受信用アンテナ端子です。
2本目のアンテナを接続します。
使用時はメモリレジスタの設定が必要です。

⑨電源スイッチ
無線モデム本体の電源スイッチです。上に倒すと電源が入ります。

⑩ AC アダプタ接続端子
AC アダプタを接続します。

⑪ DC 電源接続端子
DC 電源ケーブルを接続します。

⑫ RS-232-C 接続コネクタ
RS-232-C ケーブルを接続します。コネクタ形状はDサブ9ピンオスです。

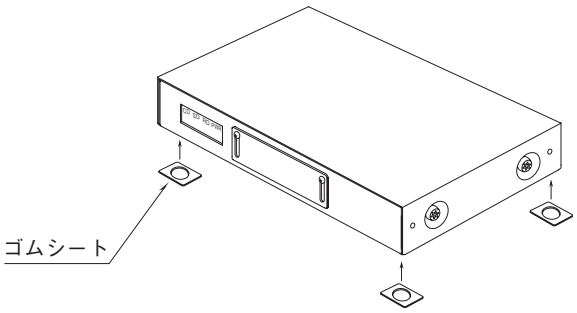
2、設置方法

2、1　無線モデム本体の設置

(1) ゴムシートの貼付

本体の底部 4ヶ所に 0.5 mm 程度の突起があり、机などを傷付ける恐れがありますので、必要に応じて付属のゴムシートを貼って下さい。

図 2-1　ゴムシートの貼付



(2) 専用の取付金具を用いる場合

無線モデムを固定するには、専用の取付金具を用います。

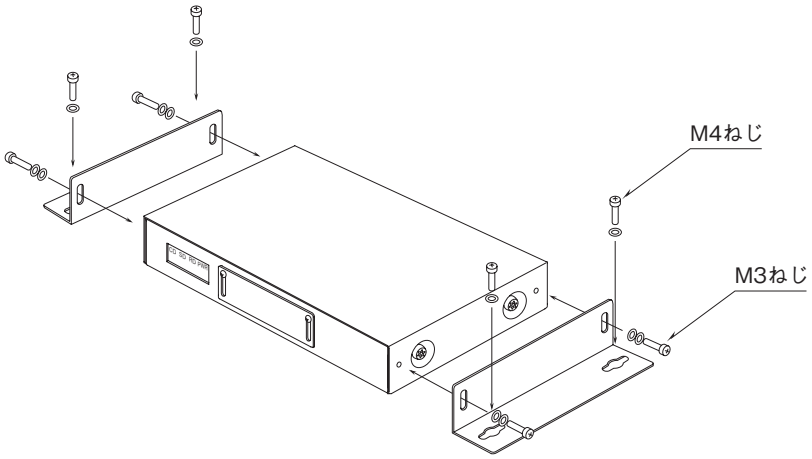
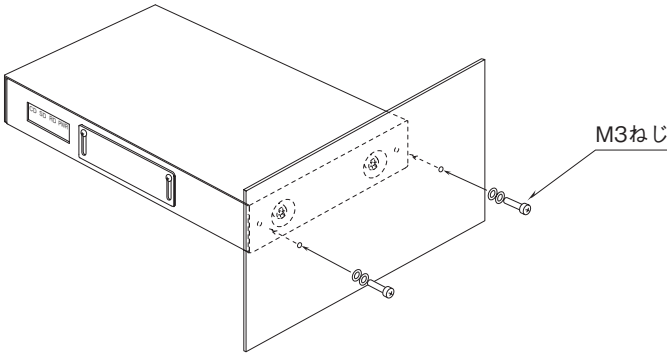


図 2-2　取付金具を使用する

(3) 機器に直接取付ける場合

取付用ねじ穴で機器に直接取付けることもできます。

図 2-3　機器に直接取付ける



警告

・水、油、ほこりや異物(特に金属)が内部に入らないように注意して下さい。故障の原因になります。
・本器は精密電子機器です。産業用途を意識した堅牢な設計になっていますが、振動の多い場所は避けて設置して下さい。故障の原因になります。
・本器は室内で使用するように設計されています。屋外で使用する場合は、防水や周囲温度に注意し、環境特性の規格の範囲内で使用して下さい。
・機器に直接取付ける場合は振動の多い場所への設置は避け、ケーブルなどにより本体に過大なモーメントが加わらないようにご注意下さい。本器が変形したり落下する恐れがあります。
・本器を固定するねじは M 3 － 0.5 で長さは、ねじ先端部が無線モデムの中に 3 ～ 7 mm 入るものを使用して下さい。長すぎると内部の部品を破壊する恐れがあります。

2、2　RS-232-C ケーブルの接続

接続する機器(PC や PLC など)の RS-232-C コネクタと無線モデムの RS-232-C コネクタを RS-232-C ケーブルで接続して下さい。このとき、接続する機器が DTE 仕様のときは、ストレートケーブルを使用し、DCE 仕様のときはクロスケーブルを使用します。接続する機器が DTE 仕様か DCE 仕様かは、その機器の取扱説明書を参照して下さい。

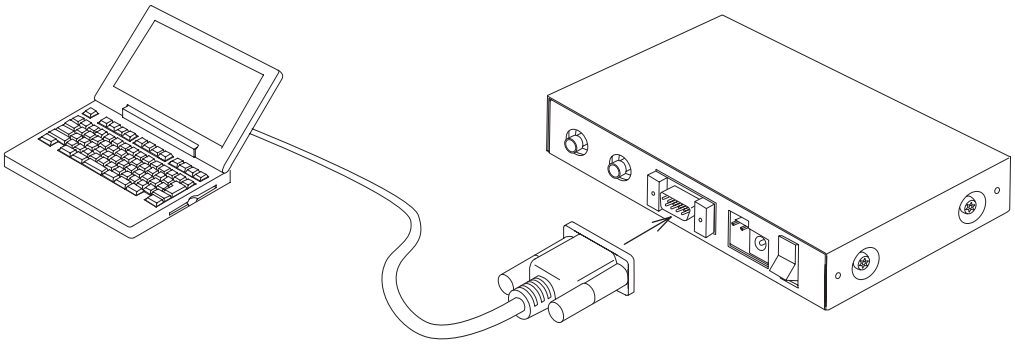


図 2-4　RS-232-C ケーブルの接続

注意

・接続する機器(PC や PLC など)の取扱説明書もあわせてお読み下さい。
・ケーブルはしっかりとコネクタに差してねじで固定して下さい。なお、本器のコネクタのねじはインチねじです。
・ケーブルによっては、制御線(RTS／CTS など)が接続されていない場合がありますのでご注意下さい。

警告

・接続する機器によっては、信号線グラウンドとフレームグラウンドの間に電圧がかっている場合があります。このような場合、本器のフレームグラウンドは接続する機器のフレームグラウンドと接続しないで下さい。サージ電流により本器が破損本器が破損する場合があります。
・接続が完了するまで本器および接続する機器の電源は入れないで下さい。電源を入れたまま作業をすると予測不可能な動作をし、機器が破損したりけがをする恐れがあります。

2、3　アンテナの接続

(1) アンテナ 1 本の場合

本器を固定して使用する場合など、マルチパスの影響が少ない場合はアンテナは 1 本で使用できます。アンテナを 1 本で使用する場合は、必ずアンテナ端子 A に接続して下さい。

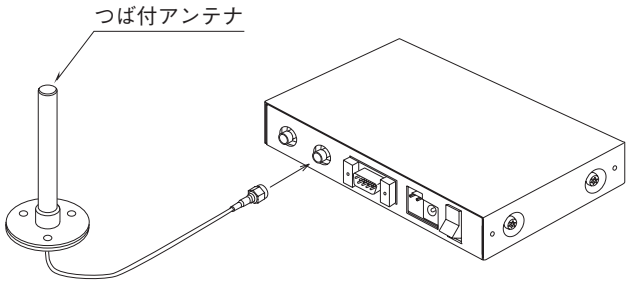


図 2-5　つば付アンテナ

(2) ダイバシティ受信の場合

本器を移動体に設置するなど、マルチパスの影響が大きい場合は、ダイバシティ受信することを推奨します。つば付アンテナを 2 本使用するか、ダイバシティ平面アンテナを使用することにより、ダイバシティ受信することができます。なお、この機能を使用するにはメモリレジスタ REG19 の設定が必要です。

ダイバシティ平面アンテナのケーブル 2 本は、アンテナコネクタのどちらに接続しても構いません。しかし、2 台以上で使用する場合は、全ての無線モデムで揃えて下さい。

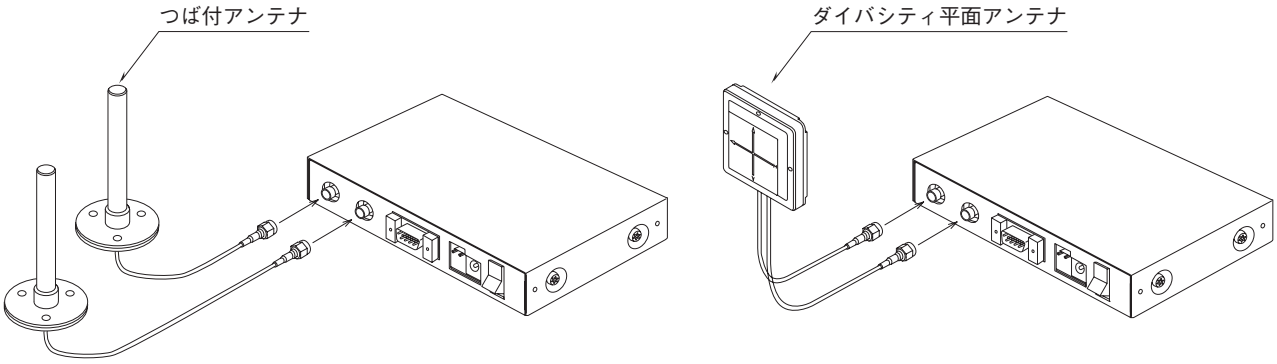


図 2-6　ダイバシティ受信

注意

- コネクタを接続する前に異物や汚れが付着していないことを確認して下さい。
- コネクタの締付トルクは 0.8 ～ 1.15 N･m として下さい。
- 2 本のつば付きアンテナはできるだけ離して設置して下さい。(30 cm 以上)近すぎると効果がなくなります。

(3) つば付アンテナの固定

つば付アンテナは専用のアンテナ基台で固定する方法と機器に直接取付ける方法があります。
つば付アンテナの指向性は図のように垂直に取付けた場合、水平方向に対し無指向性です。

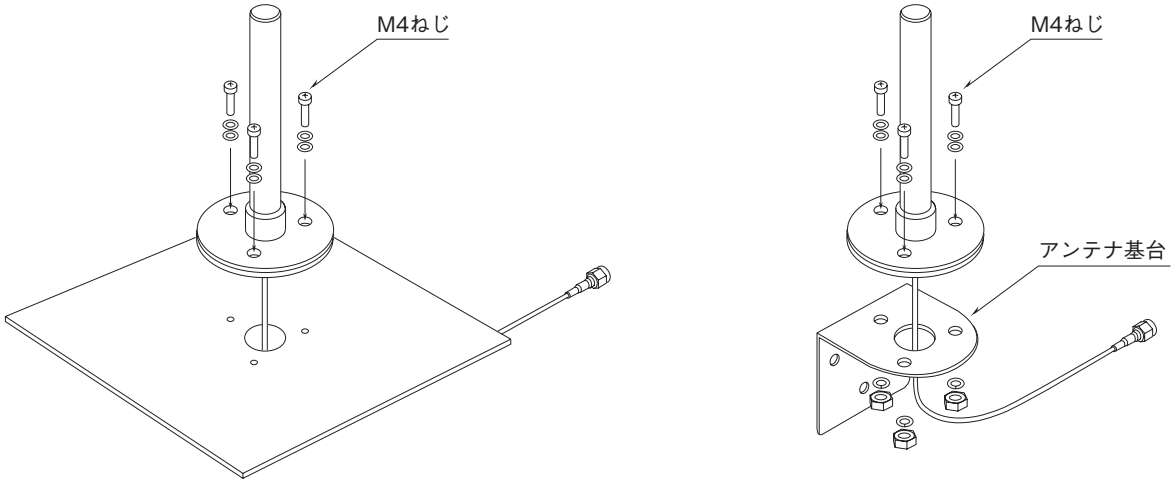


図 2-7　つば付アンテナの固定

(4) 平面アンテナの固定

平面アンテナは背面の影響を受けにくいので金属板に固定することができます。
平面アンテナの指向性は正面(V、H の刻印のある面)垂直方向に対し、およそ ±60 度の範囲です。固定するときは通信相手のアンテナに対し、正面を向けるようにして下さい。

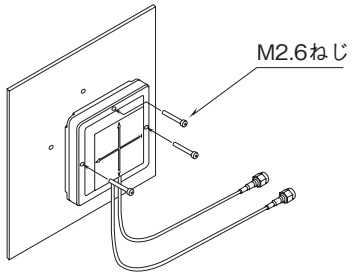


図 2-8　平面アンテナの固定

注意

・つば付アンテナは屋内用です。屋外に設置する場合は、屋外用つば付アンテナを使用するか、防水ケースに入れるなどの対策が必要です。
・平面アンテナは防滴構造なので屋外に設置することができますが、雪や氷が付着すると特性が劣化します。なお、なくなれば特性は元に戻ります。

2、4　電源の接続

(1) AC アダプタを使用する場合

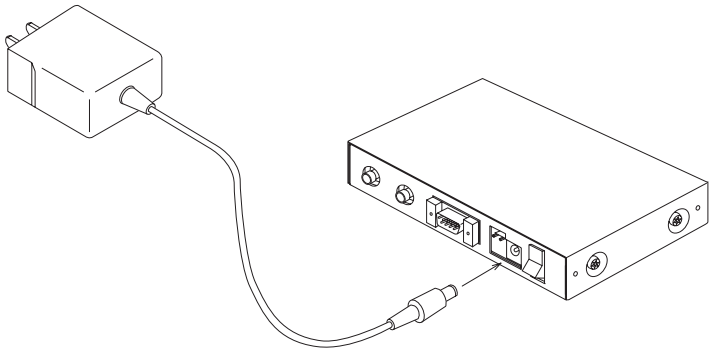


図 2-9　AC アダプタの接続

警告

・AC アダプタは専用のものを使用して下さい。電圧の合わないもの、容量が不足しているものを使用すると誤動作や故障の原因になります。
・AC アダプタは日本国内用なので、100 V AC の家庭用コンセント以外には接続しないで下さい。故障したり、火災の原因になります。
・AC アダプタは濡れた手で抜差ししないで下さい。感電の原因になります。
・DC 電源ケーブルと同時に使用しないで下さい。

(2) DC 電源ケーブルを使用する場合

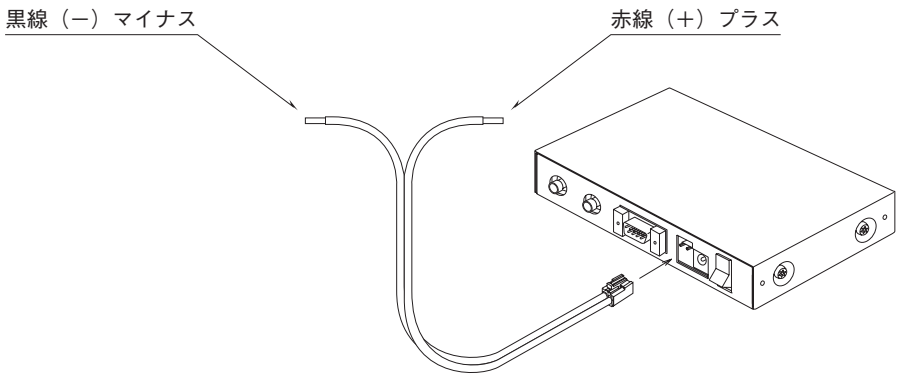


図 2-10　DC 電源ケーブル

警告

・電源の配線は無線モデム、および接続する機器の電源スイッチを切ってから作業を行って下さい。故障および感電の原因となります。
・入力電源電圧は指定範囲（9 ～ 31 V）内で供給して下さい。指定範囲外の電圧で使用すると、機器の故障や誤動作の原因となります。
・電源は十分容量のあるものを使用して下さい。容量が不足すると誤動作の原因になります。
・AC アダプタと同時に使用しないで下さい。
・電源 ON の突入電流（ピーク　最大 12 A）で、外部電源の保護回路が働く場合があります。

2、5　設置上の注意点

(1) アンテナ設置上の注意点

・本器は 2.4 GHz の電波を使用していますが、2.4 GHz の電波は直進性が強く、反射しやすい特長があります。特に金属製の物体が近くにあると通信距離が短くなったり、極端な指向性が出たりすることがあります。従って、アンテナは周囲の物体からできるだけ離して設置して下さい。
・2.4 GHz の電波はマルチパスが発生しやすい特徴があります。マルチパスが発生すると、アンテナを数 10 cm 動かしただけで通信できなくなる場合もありますので、アンテナの位置は通信状態を確認してから固定することを推奨します。
・無人搬送車のような移動体に設置する場合は、マルチパス対策としてダイバシティ受信することを推奨します。(アンテナはオプションです) ダイバシティ受信する場合は、効果を高めるために 2 本のアンテナはできるだけ (数 10 cm) 離して設置して下さい。
・標準またはオプションで用意しているつば付アンテナは、室内で使用するように設計されています。
屋外で使用する場合は、防水ケースに入れるなどの対策が必要です。

(2) 複数グループを設置する場合の注意点

・本器を同一エリアで複数グループを設置する場合は、干渉を回避するため、異なるグループの無線モデム、およびアンテナ同志はおよそ 2 m 以上離して設置して下さい。
・他社製の SS 方式の無線モデムを、同一エリアで使用する場合は、調査が必要な場合がありますのでご相談下さい。

3、アンテナの設置

3、1　はじめに

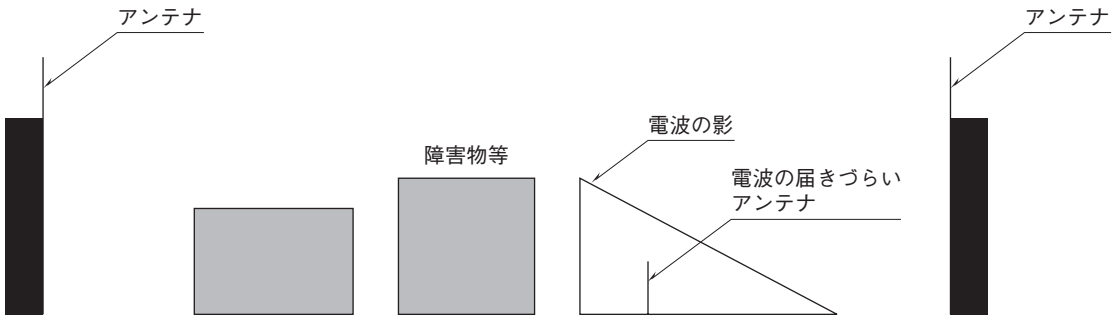
無線データ通信モデムは、2.4 GHz という非常に高い周波数の電波を使用しています。周波数が高いと電波の直進性などの問題が顕著に出やすくなります。そのため、無線の性能を充分に発揮させるには、アンテナの設置方法に充分注意を払う必要があります。以下に設置にあたっての注意点を説明しますので、なるべく良い状態で設置・運用していただけますようにお願いします。

3、2　アンテナの設置方法

(1) アンテナの設置位置

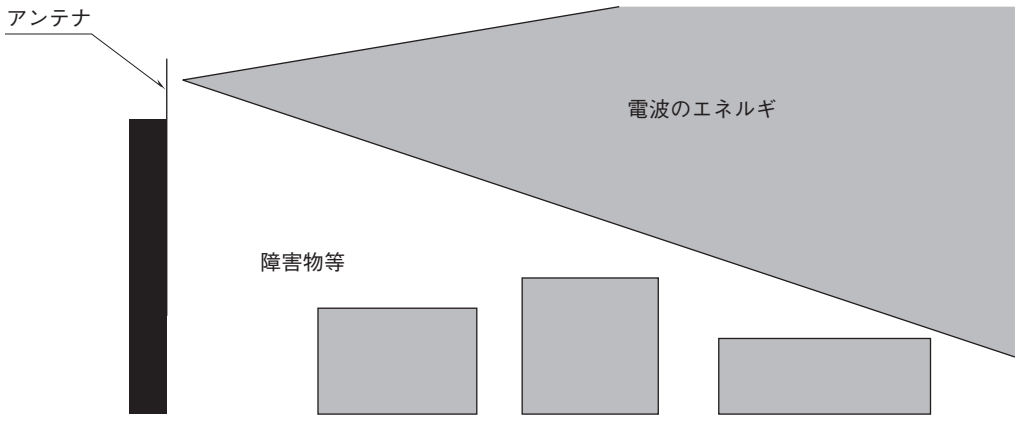
①なるべくアンテナ同士が見える場所に設置

「はじめに」で触れたように、高い周波数の電波を使用しているため、電波の直進性が強く、下図のように見えないところに回込みにくくなります。そのためアンテナ同士はできるだけ、お互いが見える位置に設置して下さい。特に 50 m (室内)、100 m (屋外) を越えるような長距離で通信を行う場合は重要なポイントです。



②アンテナの設置高さは高く

前項と同様に、アンテナの設置高さが高ければ、開けた空間に設置されることから、それだけ障害物の影響を受けず、電波が通りやすくなる訳です。逆に、アンテナの高さがあまりにも低い (10 cm 程度) 場合は、アンテナから出る電波の強さが弱くなります。



(2) アンテナ周辺の障害物

①アンテナ周辺には障害物を置かない

アンテナの周辺に障害物があると、それが邪魔になって、そちらの方向に電波が飛ばなくなります。前頁、(1) アンテナの設置位置の②項目にも関係します。これらを考慮して設置して下さい。

特に下記の②のように、金属があると影響をかなり受けることになります。逆にプラスチックなどは金属に比較すると影響は低いと言えます。

②アンテナ周辺には金属体を置かない

アンテナの周辺に金属体があると、それにより電波が反射され特定の方向に電波が弱くなります。5 cm 以上の金属板、金属柱などにより影響を受けます。

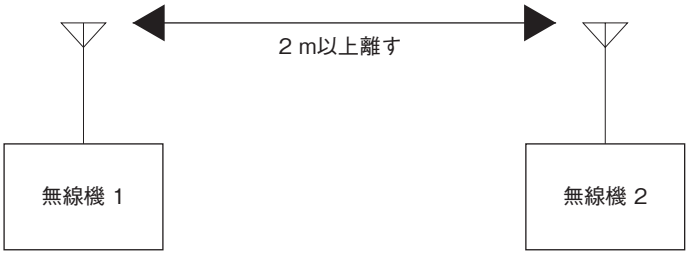
③壁面からは 30 cm 以上離して

アンテナが壁面に近い場合は壁面からの反射の影響を受け、通信状態が悪くなることがあります。これはつば付アンテナに言えることで、平面アンテナの場合アンテナの裏側では問題ありません。

(3) アンテナ相互間について

①異なる無線機のアンテナ同士は 2 m 以上離して

異なる無線機同士でアンテナが近いと、相互に影響しあい、それぞれの無線通信に影響を与え、無線区間での再送の増加、通信可能距離の低下の現象が発生します。異なる無線機のアンテナ同士は 2 m 以上、最短でも 1 m 程度は離して設置して下さい。



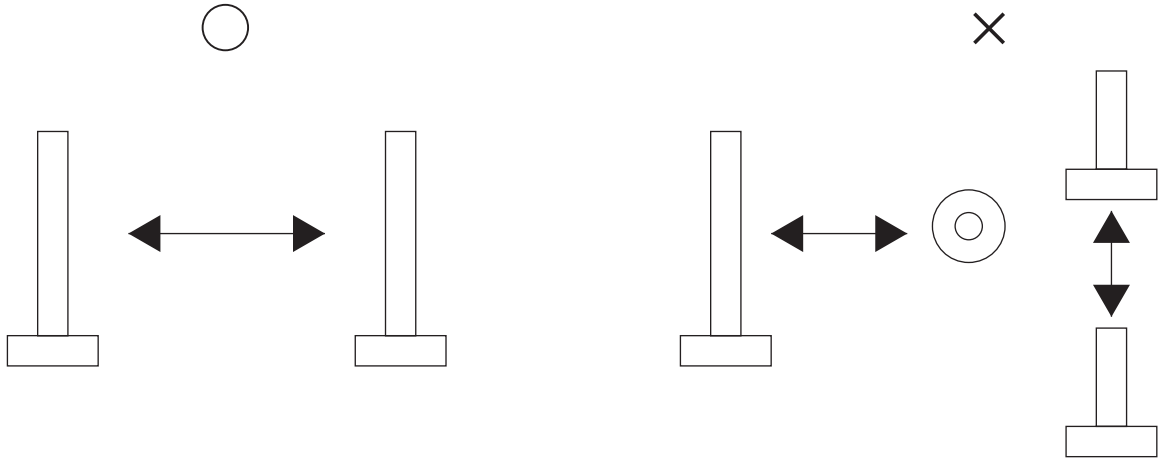
②ダイバシティアンテナ同士は 30 cm 以上離して

ダイバシティとは、受信アンテナを 2 本設置するものです。それぞれのアンテナの設置位置を異ならせることで、受信状況が異なるようになるため、片側のアンテナで受信不可能な場合でも、反対側のアンテナで受信可能になり、通信品質を向上させることができます。無線機側で受信可能なアンテナを自動選択するような機能でもあります。

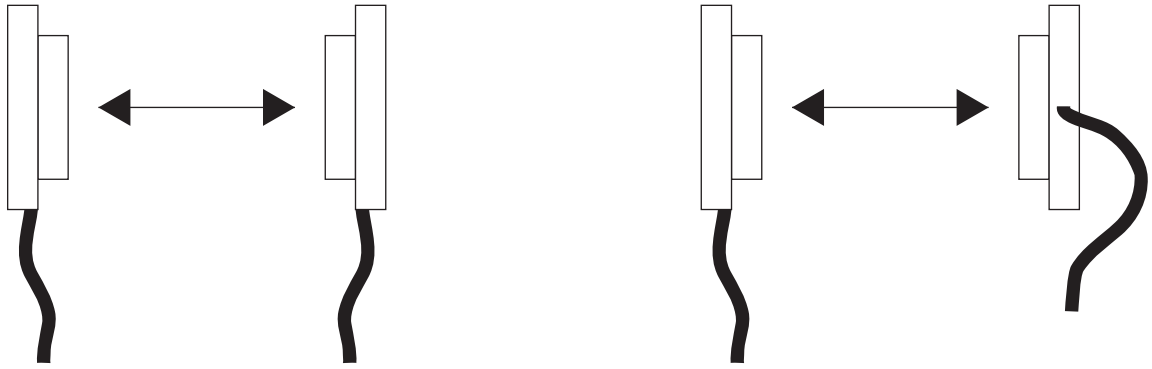
アンテナの設置位置を 30 cm 以上離すことで、2 本のアンテナ間での受信状況の相関がほとんど無くなり、ダイバシティの効用が発揮されてきます。もちろん、2 本のアンテナの位置は離せることができれば、できるだけ離して下さい。

③アンテナの向きは同じ方向にして設置

通信を行っている無線機同士のアンテナは、図に示すように、同じ方向に向けて設置して下さい。平面アンテナも同様です。方向が 90 度違うと極端に通信可能距離が短くなります。(偏波と呼ばれています)



●つば付アンテナの場合



●平面アンテナ（ダイバシティ機能なし）の場合

《注》八木アンテナの偏波は、八木アンテナの水抜き穴を下として設置(通常の設置形態)した場合、つば付アンテナを垂直に設置した場合と同じ偏波になります。平面アンテナでは E と表示してある向きを垂直にした場合と同じ偏波になります。

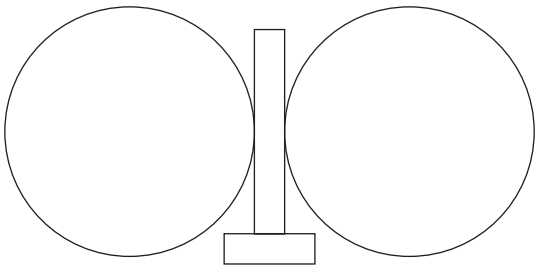
技術解説

平面アンテナ(ダイバシティ機能あり)は上図から考えると「向きが同じでなければ無意味では？」と疑問をもたれると思います。しかしながら、実際の使用環境(特に移動体)では、壁面などからの反射波を受信したり、移動に応じて電波とアンテナの偏波面が変化したりと、アンテナが受信する電波の偏波が一定の向きではありません。そのため、偏波を切換えて受信することは、受信品質の安定化に非常に有効な手段になります。

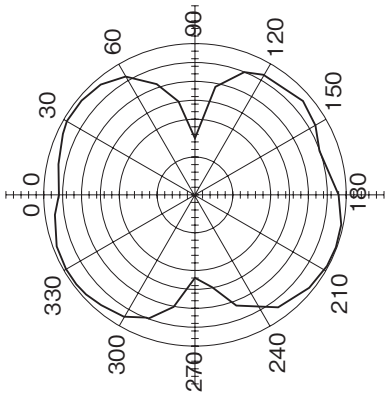
(4)電波の出る方向について

①つば付アンテナの電波の出る方向

アンテナは電波の出る方向があります。下図に示すようになります。先端から出る量が少ないので、無線機同士のアンテナを突合わせて設置すると、通信可能距離が短くなります。



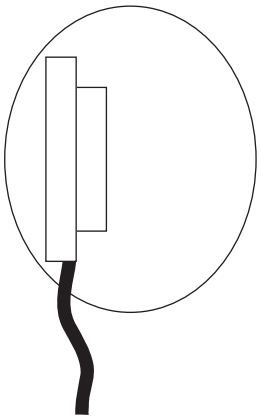
●アンテナの電波の出る方向（イメージ）



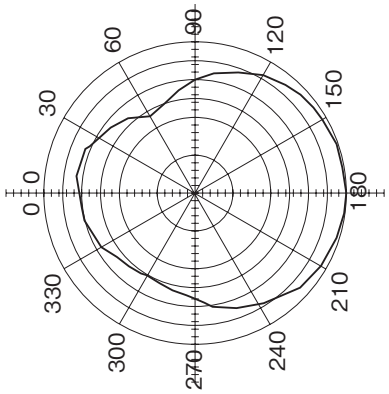
●アンテナの電波放射パターン（実測）

②平面アンテナの電波の出る方向

上記と同様に平面アンテナにも電波の出る方向があります。下図に示すようになります。



●アンテナの電波の出る方向（イメージ）



●アンテナの電波放射パターン（実測）

(5) アンテナケーブルの注意点

①延長ケーブルの損失

延長ケーブルにより電波が減衰(ロス)します。1 m の延長ケーブルで約 1 dB(20 %)のロスがあります。このロスにより通信可能距離が約 10 % 短くなります。2 m の延長ケーブルの場合は 2 dB(36 %)となりますので、通信可能距離は約 20 % 短くなります。(計算式としては、1 m 毎に、元々の距離を 0.9 倍ずつしていくようになります。)

なお、通信を行っている 2 台の無線機同士で、それぞれ延長ケーブルを使っている場合は、上記の計算の倍の影響を受けます。

②ケーブルの曲げ半径

アンテナケーブル、延長ケーブルは曲げ半径は 50 mm 以上として下さい。八木アンテナ･コリニアアンテナケーブル、5 m 延長ケーブルの太いケーブルについては、曲げ半径は 100 mm 以上として下さい。これ以上にきつく曲げると、ケーブル内部の絶縁体が変形し、ケーブルでロスが発生し、このロスにより性能が劣化し、通信可能距離が短くなります。

同様に、ケーブルを急に曲げたり、留めるときにケーブルをつぶしたりしないようにして下さい。上記と同様のことが発生します。

(6) その他の注意点

①アンテナをぶつけないように

アンテナは、他の物をぶつけても良いように設計されていません。そのため、極力アンテナは他の物がぶつかったりしないような場所に、若しくは方策を取って設置して下さい。

強い衝撃が加わった場合、破損することがあります。外見は問題なくても、内部で断線等の破損が起こることもあり、この場合、通信ができなくなってしまいます。

②屋外で使用できるアンテナ

当社のアンテナは屋外で使用を想定したものと、そうでないものがあります。以下に○で示されたものは、屋外で使用可ですが、×で示されたものは、プラスチック等の非金属の容器に納めて、雨水からアンテナを守っていただくようにお願いします。

屋内用つば付アンテナ	×
屋外用つば付アンテナ	○
平面アンテナ（ダイバシティ機能あり）	○
平面アンテナ（ダイバシティ機能なし）	○
コリニア形アンテナ（受信専用）	○

③屋外での使用の場合のコネクタの処理

アンテナとケーブルのコネクタには、水がしみこまないように、テレビアンテナの工事等で使用するブチルゴム系融着テープを使用して、しっかり巻付けて下さい。

テープは巻いてある状態から単にはがして、巻付けても粘着力がありません。テープは柔らかく引伸ばせるので、1.5 ～ 2 倍位の長さに引延ばしてから巻付けて下さい。巻付けた引っ張り力により、テープの層同士が自己融着し、水分の入込むのをシャットアウトします。

3、4　無線回線の確認

アンテナの設置が、前項までの条件を満たし、または充分に配慮されて完璧と思われても、無線通信には色々な状況があります。そのため設置後にはテストコマンドを用いて、必ず無線通信回線の品質をチェックして下さい。

アンテナが設置された状態で以下のテストを行なって下さい。通信品質を確認することで、無線回線が安定しているかのテストができます。

【電波強度測定】

パソコンと無線機をつなぎ、シリアル通信ソフトを起動して、DBM コマンド（受信信号のデシベル表示）で受信している相手方の電波の強度を調べます。このコマンドの使い方は、無線機の取扱説明書を参考にして下さい。

(A) -85 dBm より大きい場合（-80 dBm 等）・・・この場合はほとんど問題なく通信ができる信号のレベルです。

(B) -85 dBm より小さい場合（-90 dBm 等）・・・この場合は次に説明する、無線回線の評価用のビットエラーレート、パケットエラーレートのテストを必ず行なって、通信回線の品質を確認して下さい。
なお、この電波の強度のレベルだと、経年変化、外部環境（天候等）によって、通信品質が劣化し、通信ができなくなる恐れがあります。必ず、運用するシステム側で無線回線が途切れた場合のフェイルセイフの機能を追加して下さい。

【無線回線エラーレート測定】

パソコンと無線機をつなぎ、シリアル通信ソフトを起動して、TS2 コマンド(無線回線のテスト)で無線回線のエラー率を調べます。このコマンドの使い方は無線機の取扱説明書を参考にして下さい。通常は BER(ビットエラー率)が 10^{-3}、PER(パケットエラー率)が 10^{-2} 程度であれば通信ができるレベルです(しかしながら、上記(B)に示したような場合は余裕率がありませんから、注意して下さい。)

移動体の場合は条件が異なります。詳しくは営業にお問い合わせ下さい。

3、5　電波の伝搬特性の考え方

ここでは少し理論的な視点から 2.4 GHz の電波が伝搬していくのを説明していきます。
若干数式が示されますが、簡単に表現されていますので、ぜひお読み下さい。

(1)工場内などの屋内の場合

工場内などの屋内で使用する場合は、電波は直接、壁からの反射、什器･装置の上を回折したりして受信されます。つまりこの場合には、簡単な理論式では受信状況を表すことができません。
そのため、受信点で「3、4　無線回線の確認」の項に示す方法で確認願います。

この場合も無線機が複数設置される場合には、それぞれの無線回線の状況を測定していただくようお願いします。

また、無線機を積んでいる機器が移動する場合には、移動範囲内全域にて無線回線の状況を測定していただくことを推奨します。測定が完了した場合には、結果を工場内配置図上に書込めば、視覚的にどのくらいの範囲内で充分に通信が可能か判断することができます。

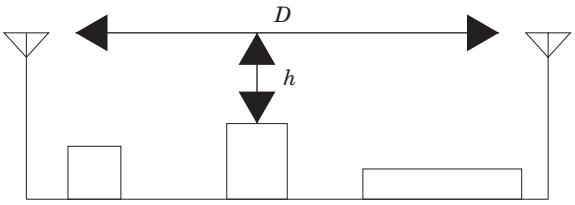
(2)見とおし区間の場合

【①フレネルゾーンが確保できる場合】

見とおし区間での通信可能距離であれば、理論計算で求めることができます。
なお、「フレネルゾーン」と呼ばれる考え方があり、簡単にいうとアンテナの高さ h を伝搬路上にある障害物に対して、この大きさ以上にすれば、最小の伝搬損失が実現できます。

$$h\ [\mathrm{m}] = \frac{1}{2}\sqrt{0.122D}$$

(これはフレネルゾーンの式の最大半径の値)



例えば、500 m の伝搬路を考えると、周波数が 2.48 GHz の場合、h = 3.9[m]になるので、アンテナ高さは障害物に対して 4 m 以上あれば良い伝搬特性が得られることがわかります。この場合の伝搬損失は最小になり、以下の式で表せます。

$$L\ [\mathrm{dB}] = 20\log\left(\frac{12.56D}{0.122}\right) = 20\log(D) + 40.25 \quad 〔1〕$$

ここで D = 500 m の距離の場合 L = 94.2 dB となり、送信電力が 10 mW(10 dBm)、送信･受信アンテナゲインが 2.14 dBi、アンテナケーブル損失を各々1 dB とすると、受信アンテナ端子には以下の電
力が受信信号として現れます。

$$-81.9\ [\mathrm{dBm}] = 10\ [\mathrm{dBm}] - 1\ [\mathrm{dB}] + 2.14\ [\mathrm{dBi}] - 94.2\ [\mathrm{dB}] + 2.14\ [\mathrm{dBi}] - 1\ [\mathrm{dB}]$$

すなわち、この値は 4 で示す 85 dBm よりも充分に大きい値だと判ります。アンテナの高さを h で示す高さ以上にすれば、非常に特性の良い伝搬路が作れることになります。

また〔1〕式から判るように距離が倍になれば、損失量は 6 dB 増えることになります。

【②フレネルゾーンが確保できない場合】

しかしながら、現実にはなかなかこのような環境に設置することは難しく、アンテナの高さが制限されてしまうことになります。この場合は、伝搬路の地表の影響を受けてしまいます。伝搬路が平坦である場合の伝搬損失は以下の式で表されます。

$$L\ [\mathrm{dB}] = 20\log\left(\frac{D^2}{h_a h_b}\right) \quad 〔2〕$$

ただし h_a、h_b はアンテナの高さ [m]　h_a、h_b ＜＜ D の場合の近似式

この場合は〔1〕と異なり、距離が倍になると減衰量は 12 dB 増えることになります。つまりフレネルゾーンが確保できない距離になると、減衰量が 6 dB から 12 dB に変化し、減衰曲線の傾斜が急になることがわかります。この頁の上段の場合で伝搬路が平面で、アンテナ高さ h_a、h_b = 2[m]の場合は L = 95.9 dB となります。

(3) 市街地等の見とおし外区間の場合

1 km を越える場合でも、上記の〔1〕、〔2〕式が平坦地の場合は適応できます。しかしながら、一般的に 1 km を越える場合は平坦地である可能性は少なく、種々の地形や建物が混在する(見とおしできない)伝搬路になります。この場合は奥村モデルと呼ばれる伝搬損失モデルが一般的に使われています。ただし、このモデルは以下の制限の上に成立しているので、アンテナ高さが低い、周波数が異なる等の条件が外れた場合に、どれだけ近似できるかが問題になります。また、実際の状況は様々であり、これよりだいぶ届く場合、これより届かない場合もあります。そのため参考値程度としてご理解下さい。

奥村モデルの近似範囲条件	
周波数	150 ～ 2200 MHz
基地局アンテナ高(h_1)	30 ～ 200 m
移動局アンテナ高(h_2)	1 ～ 10 m
伝搬距離(D)	1 ～ 20 km

下記に奥村モデルの近似式(市街地)に 2.48 GHz を代入した場合の式を示します。

$$L[dB] = 158.4 - 13.82 \log(h_1) - 3.03\, h_2 + \{44.9 - 6.55 \log(h_1)\} \log(D)$$

ただし、単位は D[km] h_1、h_2[m]
(郊外地は -13[dB]補正、開放地は -39[dB]補正する)

たとえば D が 2[km]、h1 が 5 m、h_2 も 5 m の条件の場合(奥村モデルの近似条件に入っていませんが)、L は 146 − 13 = 133[dB]となります。RMD 無線機相当品を使用し、受信に八木アンテナを用いた場合の受信電力を算出してみます。場所は郊外地としています。

D = 2 km 損失(郊外地補正)	133 dB
送信電力	200 mW(23 dBm)
送信アンテナケーブル損失 (つば付きアンテナ＋5 m 延長ケーブル)	3 dB
送信アンテナゲイン	2.14 dBi
受信アンテナゲイン	20 dBi
受信アンテナケーブル損失	2 dB

とすると受信アンテナ端子には以下の電力が受信信号として現れます。

-92.8[dBm] = 23[dBm] − 3[dB] + 2.14[dBi] − 133[dB] + 20[dBi] − 2[dB]

ちなみに〔1〕、〔2〕式で計算した結果も比較として示してみます。

〔1〕式の計算によるロス　106.3[dB]
〔2〕式の計算によるロス　104.1[dB]

なお、本来であれば〔1〕式の方がロスが少ないはずですが、〔2〕式は近似式であるため、結果が反転していることが考えられます。いづれにしても、133[dB]と比較しても、伝搬路に障害物がない場合の方が格段に伝搬損失が少ないことがわかります。

(4) 森林による減衰係数

屋外で森等の木々の間を電波がぬけてくる場合について、近似式を示してみます。
なお、この式は、周波数が 2.48 GHz、森がアンテナの近くにある場合で、電波が森の上を通過してこないものと仮定しています。この減衰損失量が【①】【②】で示される損失量に上乗せされます。

$$L\ [dB] = 2.08\ d^{0.6}\ 〔3〕$$

d は森の深さ［m］です。

例えば、10 m の深さの森があった場合は、この式から約 8 dB の損失が上乗せされることになります。

(5) 降雨による減衰

以下に説明するように降雨による減衰は殆ど考慮しなくてもだいじょうぶです。
雨による減衰がどの位あるかを推定する場合に以下の近似式が使えます。

$$L\ [dB\ /\ km] = 0.000154\ R^{0.968}\ 〔4〕$$

R は一時間あたりの降雨強度［mm／h］、上記の係数は垂直偏波の場合で周波数は 2 GHz の値（残念ながら 2.4 GHz ではありませんが、充分近似できるはずです）です。なお、他の周波数での減衰係数を求めたい場合は、参考文献［2］をご覧下さい。

この式から、例えば、一時間に 10 mm の雨量の場合は 0.0014 dB／km となり、2.4 GHz 付近では降雨による減衰はほとんど無いことがわかります。

【参考文献】

［1］デジタル移動通信　　桑原　　科学出版社
［2］無線通信の電波伝搬　　進士　　電子情報通信学会

4、使用方法

4、1　機能の設定方法

機能は次の４つの方法で設定できます。

1：ディップスイッチ
2：ロータリスイッチ
3：メモリレジスタ
4：コマンド

以下、順に設定方法を説明します。

(1)ディップスイッチの設定

①ディップスイッチの基本設定

ディップスイッチは、RS-232-C の通信パラメータ設定と無線回線の接続モードを指定します。ディップスイッチの設定は、通信モード 1 で有効になります。通信モード 1 はディップスイッチの No.8 を OFF にすれば設定されます。

ディップスイッチはオレンジ色のレバーを上に起こせば ON、下に倒せば OFF になります。操作はボールペンの先などで行うことができます。

●全てOFFの状態　　●No.8だけONの状態

図 4-1　ディップスイッチ

スイッチの機能と設定内容は以下の表を参照して下さい。なお､初期設定はすべて OFF になっています｡(網掛けで表示)
No.1 ～ No.6 の設定はターミナルと無線モデムの間の通信パラメータです。
No.7 は無線機能の設定です。
No.8 はモードを選択します。スイッチの設定を有効にする場合は OFF に設定して下さい。

表 4-1　ディップスイッチの設定内容

SW No.	機能	SW ON	SW OFF
1	伝送レート	伝送レート設定表を参照してください。	
2			
3	データ長	7 ビット	8 ビット
4	ストップビット長	2 ビット	1 ビット
5	パリティビット	偶数	なし
6	フロー制御	ハードフロー	ソフトフロー
7	動作モード	スレーブ	マスタ
8	モード選択	メモリ設定有効モード	スイッチ設定有効モード

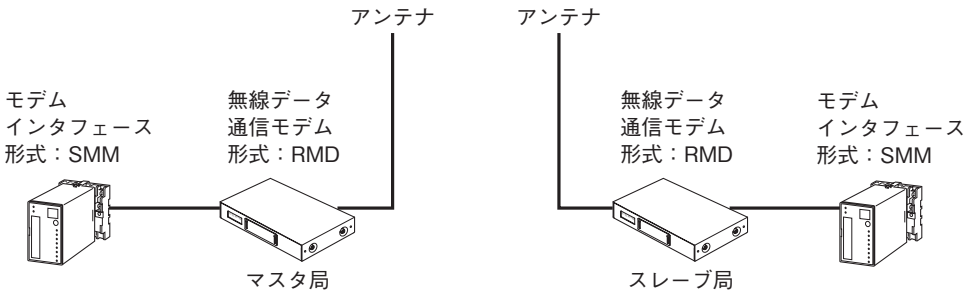
表 4-2　伝送レート設定表

SW No.	伝送レート			
	4800 bps	9600 bps	19200 bps	38400 bps
1	ON	OFF	ON	OFF
2	OFF	OFF	ON	ON

② SMM、SMDM 接続時(1：1)の設定

無線モデムを1：1で仕様する際のスイッチの設定例を以下に示します。

・構成例



・ディップスイッチの設定

SW No.	設定		設定内容の説明
	マスタ	スレーブ	
1	ON		伝送レータ：4800bps　固定※2
2	OFF		
3	OFF		データ長：8ビット
4	OFF		ストップビット：1ビット
5	OFF		バリティビット：なし
6	OFF		フロー制御：ハードウェア
7	ON	OFF	マスタ、スレーブの設定※3
8	OFF		1：1の場合は必ずOFF

※2、RMDの通信速度は4800bpsに設定します。
※3、マスタ、スレーブの設定はRMDと接続するSMM、または
SMDMの無線回線ブロックの設定と一致させなければなり
ません。

・ロータリスイッチの設定
0～9までの10通りのうちマスタ、スレーブ局とも同一に設定します。

(2) ロータリスイッチの設定

ロータリスイッチでは無線回線の周波数ホッピングパタンを設定します。ロータリスイッチの設定は通信モード 1 で有効になります。通信モード 1 に設定するには、ディップスイッチの No.8 を OFF にして下さい。ロータリスイッチは小形のマイナスドライバーを、矢印部分に差込んでまわすことができます。

周波数ホッピングパタンは 0 ～ 9 までの 10 通りの設定ができます。ペアを組む 2 台の無線モデムの周波数ホッピングパタンを同一に設定します。なお、通信モード 1 では同期ホッピング方式を使用することができませんので、周波数ホッピングパタンを変えても、同一エリアで複数の回線を同時に使用すると混信妨害を発生することがあります。

図 4-2　ロータリスイッチ

注意

・ロータリスイッチを操作するときは、無線モデムの電源を切ってから行なって下さい。
・ロータリスイッチの A ～ F は特殊なモード専用です。周波数ホッピングパタンの設定では使用しません。

(3) メモリレジスタの設定

メモリレジスタは無線モデムの動作モードや通信パラメータを設定、記憶するレジスタです。メモリレジスタを使用することにより、ディップスイッチやロータリスイッチで設定するよりも詳細な設定ができます。メモリレジスタの設定は通信モード 2 ～通信モード 5 で有効になります。

このレジスタは書換え可能な不揮発性メモリで構成されているので、パソコン等で容易に書換え可能であり、また電源を切ってもその内容は保持されます。この不揮発性メモリの書換え可能回数は約 100 万回となっています。

■スイッチの設定

ディップスイッチをメモリ設定有効モードに設定します。設定方法の詳細は p.22「4、1　(1) ディップスイッチの設定」の項を参照して下さい。

1、ディップスイッチの No.8 を ON にします。No.8 以外は ON、OFF どちらでもかまいません。
2、ロータリスイッチは 0 ～ 9 のいずれかに設定します。

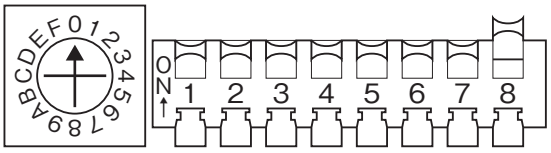


図 4-3　スイッチの設定例

注意

ロータリスイッチの A ～ F は特殊なモード専用です。常時は設定しないで下さい。

■ターミナルソフトの設定

1、メモリレジスタを設定するためにはターミナルソフトが必要です。ターミナルソフトを起動し、通信条件を以下のように設定して下さい。設定方法はターミナルソフトの取扱説明書をご覧下さい。

・伝送速度　　：9600 bps
・データ長　　：8 ビット
・ストップビット　：1 ビット
・パリティビット　：なし
・フロー制御　　：ソフトウエア制御(XON／XOFF)
・ローカルエコー　：あり
・ターミネータ　　：キャリッジリターン＋ラインフィード

この設定は無線モデムの初期状態に対応しています。REG 20、21 を書換えた場合はターミナルソフトの設定も変更して下さい。

2、設定ができたらターミナルと、無線モデムの間の有線区間が通信できることを確認します。例えば、ターミナルから「@ ARG$^{C}_{R}{}^{L}_{F}$」と入力します。無線モデムから全部のメモリレジスタの設定値が返ってくれば正常に通信できています。

■メモリレジスタの参照と設定

メモリレジスタの参照および設定は REG コマンドを使用します。

1、例えば参照したいレジスタ番号が 00 番なら　「@ REG00$^{C}_{R}{}^{L}_{F}$」と入力します。
「00H$^{C}_{R}{}^{L}_{F}$」　とレスポンスがあります。(設定値により変わります)

2、次にレジスタ 00 番を 15 番地に設定します。「@ REG00: 015$^{C}_{R}{}^{L}_{F}$」と入力します。
「P0$^{C}_{R}{}^{L}_{F}$」とレスポンスがあります。

ここで

“@”マーク　：コマンドヘッダ。以後の文字列はコマンドであることを示します。
“$^{C}_{R}{}^{L}_{F}$”マーク：ターミネータ。キャリッジリターン＋ラインフィードを示します。

以上で不揮発性メモリの書換えは終了しました。一度、電源を切って再度投入すると、書換えた内容が有効になります。なお、RST コマンドを使う方法もあります。

注意

・メモリレジスタの書換中は P0 レスポンスが出力されるまで電源を切らないで下さい。
メモリの内容を破壊するおそれがあります。
・もし、メモリの内容が破壊された場合はメモリレジスタを初期化して下さい。

(4) メモリレジスタの初期化

メモリレジスタは、設定を変更してしまった後でも、再度工場出荷時のデフォルト値に初期化することができます。初期化する方法は以下の 2 通りがあります。

■ディップスイッチによる初期化手順

1、ディップスイッチの No.1 ～ No.7 を OFF、No.8 を ON の状態で電源を投入します。
2、電源が ON のままディップスイッチの No.8 を OFF し、再度 ON します。
しばらくして電源表示ランプ【PW】が緑に点滅し、メモリレジスタが初期化されたことを示します。
3、一度電源を OFF にするか、ハードウエアリセット (スイッチパネル内のコネクタに端子がでています) を行うとメモリレジスタの初期化が有効になります。

注意

・メモリレジスタの初期化中は、電源表示ランプが緑に点滅するまでは電源を切らないで下さい。正しく書換えられません。

■コマンドによる初期化手順

1、ターミナルより 「@ INI$^{C}_{R}{}^{L}_{F}$」と入力します。
「P0$^{C}_{R}{}^{L}_{F}$」とレスポンスがあり、ただちに初期値で動作を始めます。

4、2　通信方法

１対１で常時接続されたシステムの具体例をあげて、実際の通信を行なう場合の設定方法などを示します。なお、使用する条件によっては更にスイッチの設定が必要な場合があります。

(1)1：1 で通信する（通信モード 1）

１対１で通信するもっとも簡単な方法は、データ透過モードで常時接続する方法です。ここではスイッチ設定有効モード（通信モード 1）の例を示します。この通信方法は、ターミナル間では全２重でデータが透過しているので、無線を意識することなく簡単に運用することができます。

■無線モデムの設定

1、マスタ局となる無線モデムのディップスイッチを全て OFF にします。スレーブ局となる無線モデムのディップスイッチは 7 番だけ ON にします。

2、ロータリスイッチを 0 に合わせます。

■ターミナルソフトの設定

1、ターミナルソフトを以下のように設定します。

・伝送速度：9600 bps
・データ長：8 ビット
・ストップビット　：1 ビット
・パリティビット　：なし
・フロー制御　　：ソフトウエア制御（XON／XOFF）
・ローカルエコー　：あり
・ターミネータ　　：キャリッジリターン＋ラインフィード

2、ターミナルに無線モデムをつないで有線区間の通信ができることを確認します。例えば「ブレーク信号」「ARG$^{C}{}_{R}{}^{L}{}_{F}$」と入力して、全部のメモリレジスタの設定値が返ってくれば通信ができています。

■通信する

設定が完了したので、2 台の無線モデムの電源を入れます。通信ができていればインジケータランプ【CO】が緑に点灯します。一方のターミナルから何か文字を入力すると、すぐに相手のターミナルにその文字が表示されます。

テキストおよびバイナリのファイル転送もできますが、バイナリの場合はデータの中に XON や XOFF と同じコードが入る恐れがありますのでソフトウエアフロー制御は使用できません。

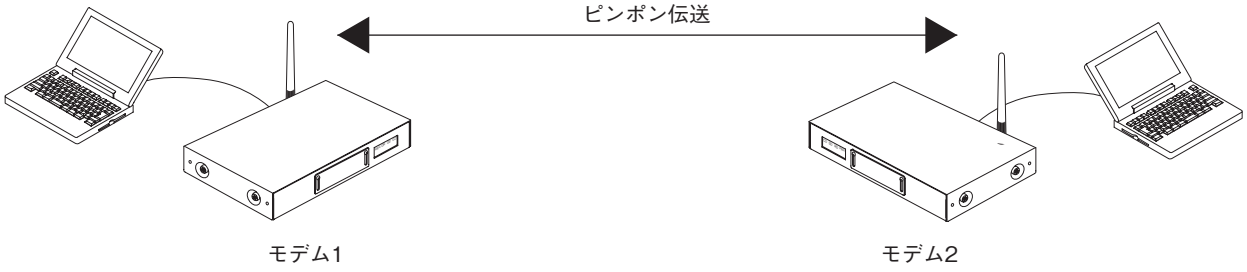


図 4-5　1 対 1 通信

5、資　料

5、1　RS-232-C インタフェース

(1) ピン配列

無線モデムは 9 ピンの DCE (Data Communication Equipment) 仕様となっています。

表 5-1　RS-232-C のピン配列

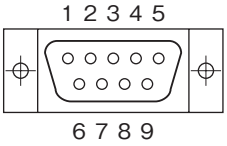
ピン番号	項目	略号	入出力	機能概要
1	キャリア検出	DCD (CD)	出力	キャリア検出
2	受信データ	RxD (RD)	出力	アンテナから送られるデータ信号
3	送信データ	TxD (SD)	入力	アンテナに送られるデータ信号
4	端末レディ	DTR (ER)	入力	端末レディ
5	信号用アース	GND (SG)	―	信号用グラウンド (注 1)
6	モデムレディ	DSR (DR)	出力	モデムレディ
7	受信要求	RTS (RS)	入力	受信停止要求／受信再開要求
8	送信要求	CTS (CS)	出力	送信停止要求／送信再開要求
9	キャリア検出	DCD (CS)	(入力)	未使用 (注 2)

(注 1) フレームグラウンドと内部で接続されています。

(注 2) 有線モデム接続時に使用します。

表 5-2　電気的仕様

マーク	OFF	1	- 10 V
スペース	ON	0	+ 10 V



・ロックねじはインチねじです。
・コネクタはDサブ9ピンオスタイプです。

図 5-1　ピン配置図

(2) オプションケーブルの結線

オプションの RS-232-C ケーブルの仕様は、長さ 1 m、9 ピンメス－ 25 ピンオス、ストレートケーブルです。ターミナル側に 25 ピンメスコネクタを持つ DTE (Data Terminal Equipment) に直接接続可能です。

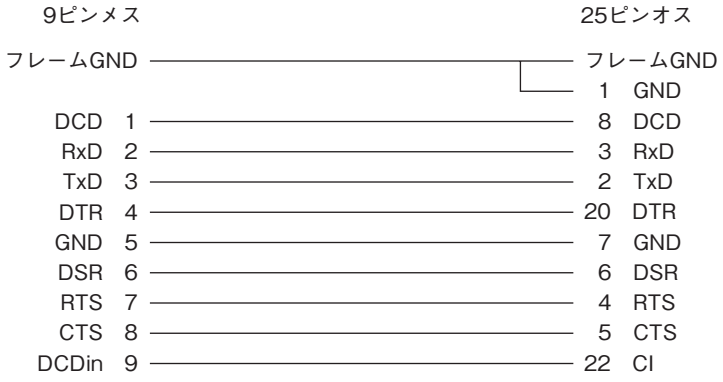


図 5-2　オプションケーブル接続図

⚠ 警告

・接続する機器によっては、信号線グラウンドとフレームグラウンドの間に電圧がかっている場合があります。このような場合、本器のフレームグラウンドは、接続する機器のフレームグラウンドと接続しないで下さい。サージ電流により本器が破損する場合があります。
・上記の場合、オプションの RS-232-C ケーブルは使用できません。

(3) クロスケーブルの結線

DCE 仕様の機器との接続はクロスケーブルを使用して下さい。

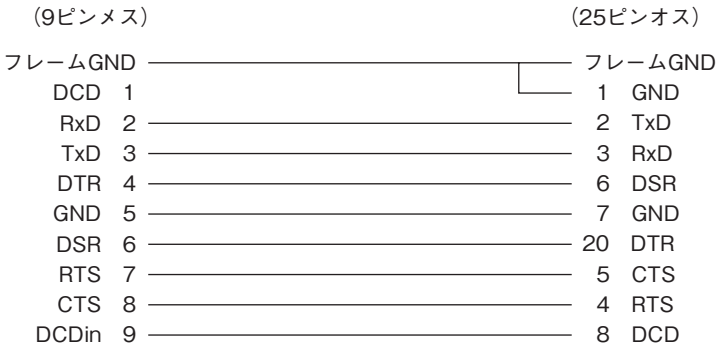


図 5-3　クロスケーブル接続図

5、2　表示ランプ

インジケータランプは本器の動作状態を表示します。CO（無線回線接続）、SD（送信）、RD（受信）、PW（電源）の 4 つの LED が状況に応じて赤、橙または緑に点滅／点灯します。

(1) 各 LED の動作

1、CO：無線回線接続表示

緑色点灯：データ透過モードでは無線回線が接続中であることを示します。
パケット送信モードではデータが入力されると緑に点灯し、ACK を受信するか再送が終了すると赤の点灯に戻ります。

赤色点灯：無線回線が切断していることを示します。

2、SD：送信状態表示

緑色点灯：送信バッファにデータがあることを示します。

赤色点灯：送信バッファがからであることを示します。

消　　灯：バッファがオーバーフローしていることを示します。
データ透過モードではターミナルと無線モデムの間のフロー制御を正しく行なわないとバッファがオーバーフローする可能性があります。

3、RD：受信状態表示

緑色点灯：受信バッファにデータがあることを示します。

赤色点灯：受信バッファが空であることを示します。

4、PW：電源と同期とシステムエラー表示

赤色点灯：電源が入っていることを示します。

消　　灯：電源が切れていることを示します。

橙色点灯：ホッピングが同期したことを示します。
通常はスレーブ局だけが橙色に点灯しますが、同期ホッピングモードの時はマスタ局も橙色に点灯します。

橙色点滅：同期ホッピングモードで同期がはずれていることを示します。

赤色点滅：システムエラーが発生したことを示します。

表 5-3 システムエラー表示

故障箇所	表示状態			
	CO	SD	RD	PW
ロジック部	消灯	消灯	消灯	点滅
メモリ 1	消灯	消灯	赤点灯	点滅
メモリ 2	消灯	赤点灯	消灯	点滅
高周波部	消灯	赤点灯	赤点灯	点滅
その他	ー	ー	ー	点滅

5、3　Q & A

Q： 無線モデムを設置する場所を決める場合に注意することはありますか？
A： 2.4 GHz の電波を使用していますが、特徴として直進性が強いため、物陰への回りこみが少なくなります。従って、回りになるべく障害物がないところを選び、アンテナを高いところに設置します。無線モデム本体は水やほこり、振動をさけて設置して下さい。

Q： 工場などノイズの多いところでも使えますか？
A： 放電加工機、インバータ等でも 2.4 GHz に対するノイズは少ないので問題なく使えます。ノイズ源として考えられるのは、電子レンジおよび同じ周波数を使用している無線機です。これらがノイズ源と考えられる場合は、遠ざけるとか使用する時間を分けるなどの対策が必要です。

Q： 機械の制御に使いたいのですが、注意する点はありますか？
A： 無線区間はパケットごとにエラーチェックを行い、誤りがあれば再送を要求するなどして伝送誤りを防いでいます。従って、通常の使用でデータが誤ることはありません。しかし、無線を使う以上、何らかの障害により通信できなくなる場合がありますので、その場合に機械の安全が保たれる設計をするようにお願いします。
また、無線の場合は有線に比べて、レスポンスが遅くなる場合がありますのでそのことも考慮願います。

Q： 2.4 GHz の電波はマルチパスが多いですが、何か対策はありますか？
A： マルチパス対策としては、空間ダイバシティ方式と周波数ダイバシティ方式が有効です。ダイバシティ用アンテナ端子を用意してありますので、ここに受信専用アンテナを接続することで受信ダイバシティを実現できます。

Q：ターミナルソフトを設定しましたが、有線区間の通信が正しくできません。
A：多くの状況が考えられますので、一つ一つ調べて下さい。
① すぐに N0 が返ってくる場合
コマンド入力ミス(タイプミス、小文字で入力)が考えられます。
② 約 5 秒後に N0 が返ってくる場合
・キャリッジリターンで(CR ＋ LF)が出力されていないことが考えられます。
・ターミナルソフトと無線モデムのデータ長が違っていることが考えられます。
③ 文字化けしている場合
ターミナルと無線モデムの通信速度があっていないと考えられます。
④ 無線モデムの SD ランプが点灯している場合
・コマンドヘッダ(@)の入力忘れが考えられます。
・通信モード 1 でコマンドヘッダに(@)を使っていると考えられます。

Q： データ透過モードで使用していますがデータの途中がぬけることがあります。
A： インジケータランプ【SD】が消灯していませんか？　消灯している場合は送信バッファーのオーバーフローの発生によりデータが消えたためと思われます。有線区間の通信速度は無線区間のスループットよりも速くできますが、フロー制御を正しく行なわないとバッファーがオーバーフローしてしまいます。

5、4　故障かなと思ったら

現象	チェック項目	処置
インジケータランプ(PW)が点滅していない。	AC アダプタが外れている。	コンセントに確実に差し手下さい。
	DC ケーブルの＋－が逆。	極性を合わせてください。
インジケータランプ(PW)が点滅している。	インジケータランプ(SD)が赤色点灯している。	メモリレジスタの初期化をやり直して下さい。
	インジケータ絵アンプ(CO)か(RD)が赤色点灯している。	メーカにて修理が必要です。
無線回線が接続しない。	アンテナが外れている。	アンテナを接続して下さい。
	近くに電子レンジや他の無線モデムがある。	妨害しているものから遠ざけて設置して下さい。
	無線モデム間の距離が離れすぎている。	回線が接続するまで近づけて設置して下さい。
	周波数が合っていない。	REG06 またはロータリスイッチで合わせて下さい。
通信ができない。	RS-232-C ケーブルが外れている。	ケーブルを接続して下さい。
	通信パラメータが合っていない。	パラメータを確認して下さい。

5、5　製品仕様

(1) 無線部仕様

技術基準	：ARIB 標準規格　STD － 33 無線設備適合 （小電力データ通信システムの無線局の無線設備）
空中線電力	：10 mW／MHz 以下（180 mW ピーク）
電波形式	：スペクトル拡散　DS／FH ハイブリッド方式
通信方式	：単信通信方式
無線周波数帯	：2474.0 ～ 2493.0 MHz
周波数ホッピングパターン	：10 パターン
データ変調速度	：51.9 kbps
発振方式	：PLL シンセサイザ方式
受信アンテナダイバシティ	：2 系統受信アンテナダイバシティ方式
サービスエリア	：屋内環境　　半径　　240 m（設置環境により異なる） 屋外環境　　1200 m（見通し距離）

(2) 通信制御

無線回線制御	：送信データ検出による自動接続機能 コマンド認識による接続／切断機能
誤り検出機能	：CRC － CCITT（16 ビット）
誤り訂正機能	：ARQ（自動再送要求）
混信防止機能	：同期ホッピング機能
移動体通信対応機能	：ローミング機能

(3) 外部インターフェース

物理インターフェース	：D サブ　9 ピン　オスコネクタ
インターフェース仕様	：RS-232-C（DCE モード）
通信方式	：全 2 重または半 2 重方式
同期方式	：調歩同期（非同期）方式
送受信バッファ	：トータル約 3 k バイト
伝送速度	：300／600／1200／2400／4800／9600／19200／38400 bps
フロー制御	：ソフトウエアフロー制御（XON／XOFF） ハードウエアフロー制御（RTS／CTS）
データ長	：7 ビット／8 ビット
ストップビット	：1 ビット／2 ビット
パリティ	：偶数／奇数／なし

(4) 電源

電源電圧	：9 ～ 31 V DC
消費電流	：スイッチング電源内蔵のため電圧により消費電流が異なる。 600 mA 以下（電源電圧　9 V 時） 450 mA 以下（電源電圧　12 V 時） 230 mA 以下（電源電圧　24 V 時） 170 mA 以下（電源電圧　31 V 時）

(5) 環境特性

使用温度範囲	: -10 ～ +50℃
保存温度範囲	: -20 ～ +60℃
使用湿度範囲	: 30 ～ 90 %RH 以下(結露しないこと)
保存湿度範囲	: 30 ～ 90 %RH 以下(結露しないこと)
耐塵性	: JIS － D － 0207 － 1977　F2
耐振動性	: JIS － D － 1601　3 種　A 種　段階 45(45 m／s^2)
耐衝撃性	: JIS － C － 0041(500 m／s^2)

(6) その他

表示ランプ	: 2 色発光(赤／緑)LED 4 ケ(回線接続、送信、受信、電源表示)
メモリレジスタ	: 書換え可能回数　約 100 万回
ケース材質	: アルミ板金(黒色アルマイト処理)
外形寸法	: 145(W)× 94(D)× 27(H)mm
重量	: 約 300 g

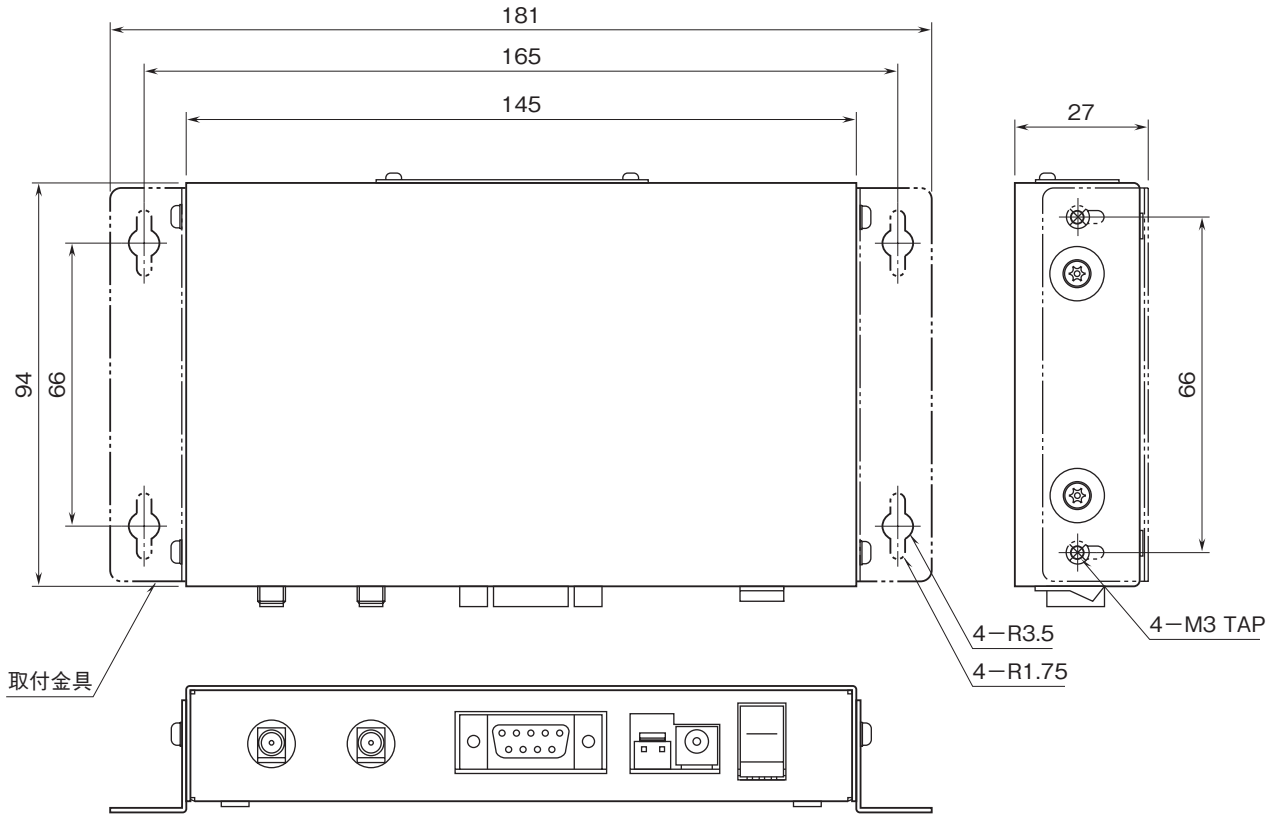
(7) アンテナの利得

屋内用つば付アンテナ	: 2.14 dBi
屋外用つば付アンテナ	: 2.14 dBi
ダイバシティ平面アンテナ(注 3)	: 2.14 dBi
コリニアアンテナ	: 9 dBi ± 1dBi

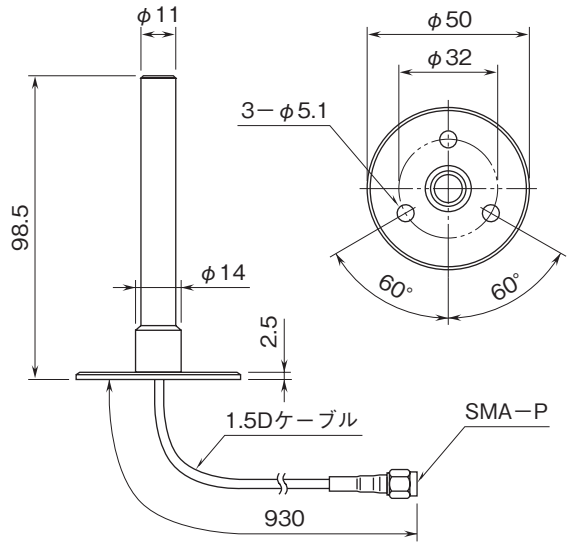
(注 3) 指向特性はアンテナの正面方向球形に広がります。背面方向には、ほとんど電波は放射されません。

5、6　外観寸法図（単位：mm）

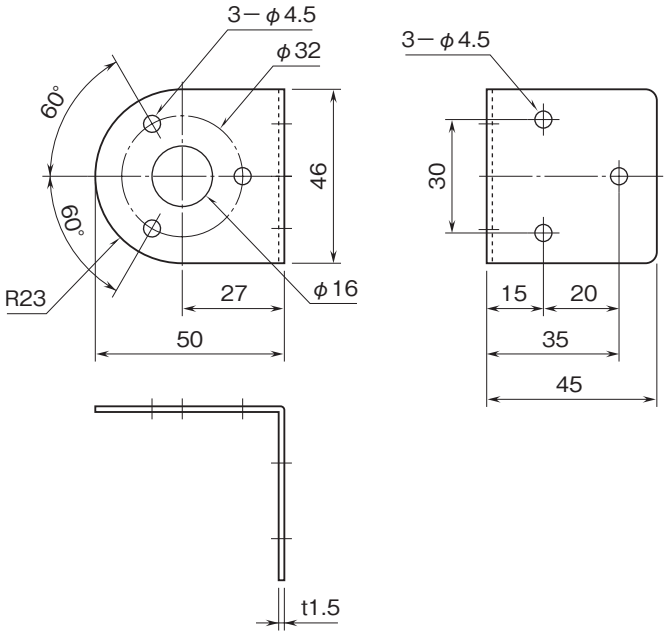
(1) 本体寸法



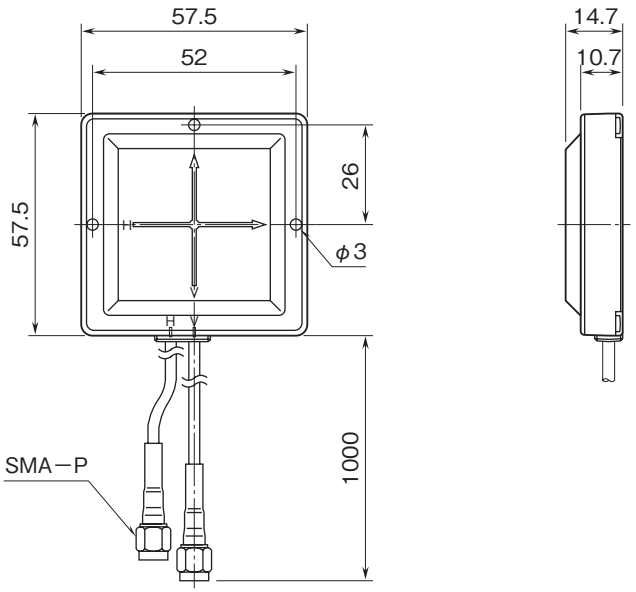
(2) 屋内用／屋外用つば付アンテナ寸法 (形式コード　A1、A4)



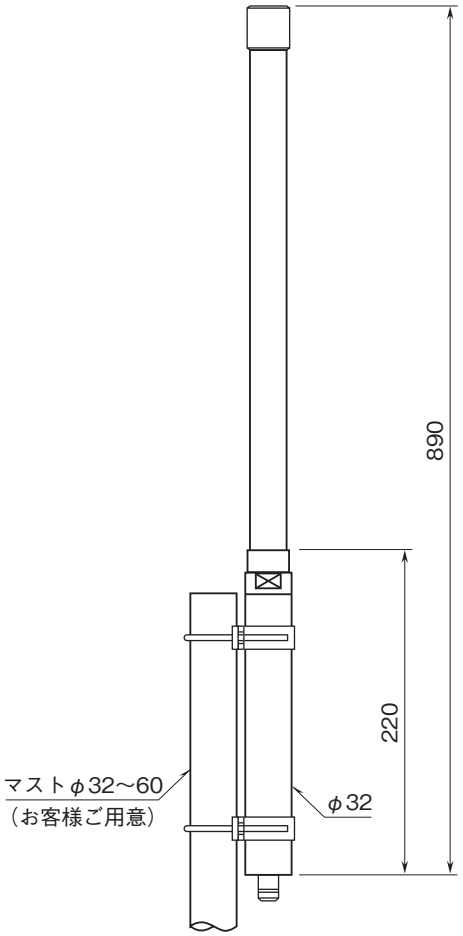
(3) 屋内用／屋外用つば付アンテナ取付金具寸法 (形式コード　A1、A4)



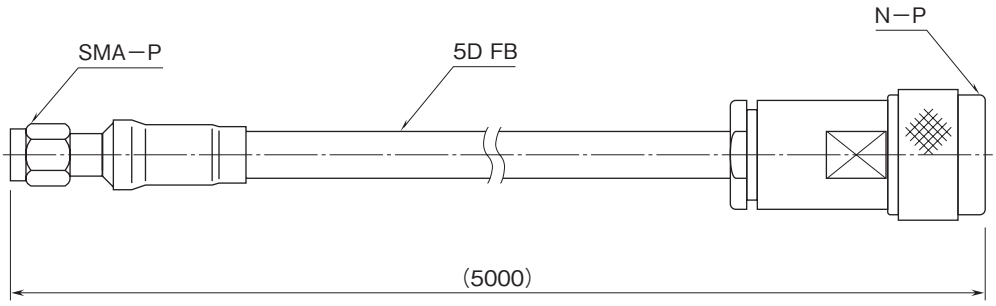
(4) ダイバシティ平面アンテナ寸法 (形式コード　A3)



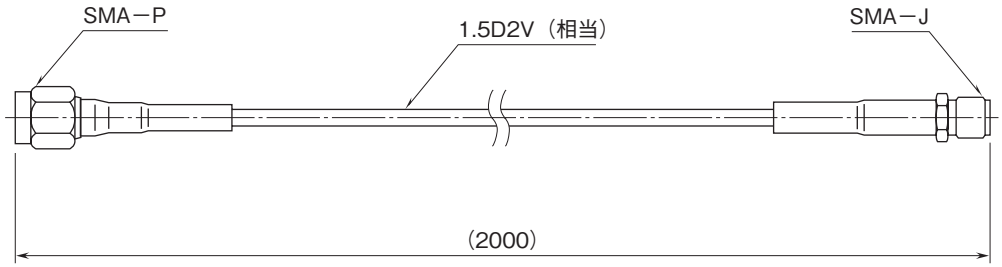
(5) コリニアアンテナ寸法 (形式コード　A5)



(6) コリニアアンテナケーブル (コリニアアンテナ付属品) 寸法　(形式コード　**A5**)



(7) アンテナ延長ケーブル (**2m**) 寸法　(形式コード　**C1**)



(8) アンテナ延長ケーブル (**5m**) 寸法　(形式コード　**C2**)